

УДК 634.75:631.524.01

**МЕТОД ГЕНЕТИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА В НАСЛЕДОВАНИИ
РОЗОВОЙ ОКРАСКИ
ЛЕПЕСТКОВ ЦВЕТКА
ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ**

Лапшин Вадим Игоревич
канд. биол. наук
научный сотрудник
лаборатории сортоизучения
и селекции садовых культур
E-mail: lavai@list.ru

Яковенко Валентина Владимировна
канд. с.-х. наук,
ст. научный сотрудник
лаборатории сортоизучения
и селекции садовых культур
E-mail: yakovenko_valent@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт
садоводства и виноградарства»
Краснодар, Россия*

Выделение генетических доноров и источников хозяйственно-ценных признаков дает возможность подобрать ценные сортообразцы для вовлечения их в дальнейший селекционный процесс гибридизацию земляники садовой необходимо включение родительских форм с высоким уровнем продуктивности, товарного качества ягод и декоративных свойств цветка. В настоящее время селекционные исследования в области изучения генетического контроля признака розовой окраски цветка земляники ведутся с использованием генотипического разнообразия внутри вида *Fragaria* × *ananassa* Duch. Объектами наших исследований являются сеянцы первого поколения F₁, полученные в результате гибридизации Белруби × F₁ C-141. В работе использовались программы и существующие методики селекции плодовых, ягодных и

UDC 634.75:631.524.01

**METHOD OF THE GENETIC
ANALYSIS IN THE INHERITANCE
OF PINK COLOR
OF STRAWBERRY FLOWER
PETALS**

Lapshin Vadim
Cand. Biol. Sci.
Research Associate
of Laboratory of Varieties Study
and Breeding of Garden Cultures
E-mail: lavai@list.ru

Yakovenko Valentina
Cand. Agr. Sci.,
Senior Research Associate
of Laboratory of Varieties Study
and Breeding of Garden Cultures
E-mail: yakovenko_valent@mail.ru

*Federal State Budget Scientific
Organization «North Caucasian
Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture»,
Krasnodar, Russia*

The selection of genetic donors and sources of economically-valuable traits gives an opportunity to pick up the valuable varieties to engage them in further breeding process. In the hybridization of garden strawberry you must enable the parental forms with a high level of productivity, product quality of berries and flowers decorative properties. Currently the breeding research in the study of genetic control of pink colour trait of strawberry flower are using the genotypic diversity within species *Fragaria* × *ananassa* Duch. Our research object is the first generation F₁ seedlings received as result of hybridization of Belrubi × F₁ C-141. The programs and existing methods of breeding of fruit, berry and nut crops are used in this work. For the statistic processing

орехоплодных культур. При статистической обработке материала использовались биометрические методы. В 2014 году проведен первый этап работы – анализ сеянцев земляники первого поколения F₁. Полученные гибридные сеянцы разделились на три фенотипических класса: белые, розовые и бледно-розовые в соотношении 8:13:8. Появление в первом поколении гибридных сеянцев с различной окраской цветка свидетельствует о гетерозиготном состоянии аллелей по данному признаку у родительских форм земляники. Исходя из результатов нашего исследования, сочетание в одном генотипе сеянца двух доминантных аллелей A₁ и A₂ определяет розовую окраску венчика; сочетания доминантных аллелей A₁ и A₃, а также A₂ и A₃ – бледно-розовую окраску. Анализ полученных сеянцев земляники первого поколения показал изменчивость розовой окраски лепестков цветка от бледно-розовой до розовой. Интенсивность розовой окраски цветка зависит от числа и сочетания доминантных аллелей в одном генотипе.

Ключевые слова: ЗЕМЛЯНИКА, РОЗОВАЯ ОКРАСКА ЦВЕТКА, ГИБРИДНОЕ ПОКОЛЕНИЕ, ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ДОНОР

of the material the biometric methods are used. In 2014, the first phase of work is to analyze the strawberry seedlings of the first generation F₁. The received hybrid seedlings were divided into three phenotypic classes: white, pink and pale pink in the ratio 8: 8:13. The appearance of the first generation of hybrid seedlings with different colour of the flower shows that the parental strawberry forms have heterozygotic status of alleles on this trait. Proceeding from the results of our study, the combination in one seedling genotype of two dominant alleles A₁ and A₂ defines the pink flower colour; the combination of dominant alleles A₁ and A₃ and A₂ and A₃ defines the pale pink colour. Analysis of the received first strawberry generation of seedlings showed the variability of the flower color from pale pink to pink. The intensity of the pink flower color depends on the number and combination of dominant alleles in one genotype.

Key words: STRAWBERRY, PINK COLOR OF FLOWER, HYBRID GENERATION, GENETIC ANALYSIS, DONOR

Введение. Основная роль сохраняемого и пополняемого генофонда земляники садовой коллекции Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства – это включение в процесс гибридизации родительских форм с высоким уровнем продуктивности, товарного качества ягод и декоративных свойств цветка. В связи с этим выделение генетических доноров и источников хозяйственно-ценных признаков дает возможность подобрать ценные сортообразцы для вовлечения их в дальнейший селекционный процесс. В 2013 г. в результате генетического анализа нейтрально-дневного типа плодоношения выявлены доноры этого признака [1]. В 2014 году нами проводилось исследование по выявлению донорских качеств розовоцветковой формы F₁ С-141 по признаку «розовая окраска

венчика». В качестве материнской формы использовался белоцветковый сорт земляники французской селекции Белрубви, в качестве отцовской формы – межлинейный гибрид F₁ С-141.

Мировой сортимент земляники, по мнению К. Hammer, насчитывает 15 тыс. форм, из которых 12 тыс. приходится на сорта и 3 тыс. форм – на элитные гибриды и селекционные линии [2]. Почти все они имеют белую окраску лепестков цветка, и более 30 сортов из этого количества имеют розовые цветки [3].

Коллекция земляники СКЗНИИСиВ насчитывает 135 сортов и 57 гибридных форм, из них 7 сортов и 18 отборных гибридов являются розовоцветковыми. Работы по созданию розовоцветковых форм земляники начались в 60^е годы прошлого века [4], но сейчас нет единого мнения о генетическом контроле этого признака.

Генетически обусловленная половая совместимость лапчатки *Potentilla palustris* L. с некоторыми видами земляники позволила получить множество межродовых гибридов *Fragaria* × *Potentilla*, сочетающих декоративные свойства с продленным периодом цветения [5]. В настоящее время селекционные исследования в области изучения генетического контроля признака розовой окраски цветка земляники ведутся с использованием генотипического разнообразия внутри вида *Fragaria* × *ananassa* Duch.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований послужили сеянцы первого поколения F₁, полученные в результате гибридизации Белрубви × F₁ С-141. Для проведения работы использовались "Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур" [6], "Программа работ Северо-Кавказского селекционного центра по плодовым, ягодным, орехоплодным культурам и винограду на период до 2030 года" [7]. При статистической обработке материала использовались биометрические методы [8].

Обсуждение результатов. Изучение розовоцветковых форм земляники из коллекции и использование этих форм для создания новых сортов с заданными характеристиками строится на основе результатов гибридологического анализа их потомства.

В 2014 году проведен первый этап работы – анализ сеянцев первого поколения F_1 . Полученные гибридные сеянцы разделились на три фенотипических класса: белые, розовые и бледно-розовые в соотношении 8:13:8 (рис.).



Рис. Фенотипические классы цветков в гибридном поколении F_1

По мнению Г.В. Еремина и А.В. Исачкина, изменчивость по качественным признакам относится к наследственной и обуславливает необходимость проведения соответствующего генетического анализа, при котором каждое эмпирическое (экспериментально полученное) расщепление сравнивают с теоретически ожидаемым, которое рассчитывают, исходя из известных заранее математических моделей расщепления [9].

Изучение наследования окраски венчика цветка земляники предусматривало анализ расщепления по данному признаку с использованием метода хи-квадрат χ^2 [8] для проверки соответствия математической модели расщепления генетической гипотезе.

Появление в первом поколении гибридных семян с различными типами окраски цветка свидетельствует о гетерозиготном состоянии аллелей по данному признаку у родительских форм земляники.

Общеизвестно, что каждая математическая модель предусматривает определенное минимальное число контролируемых признаков генов.

С учетом имеющихся данных о моногенном характере наследования окраски венчика у розовоцветковых форм земляники [10], нами была принята гипотеза о кодоминировании аллелей по данному признаку, лежащем в основе полученного расщепления, соответствующего математической модели 6:6:4 (табл. 1).

Согласно данным табл. 1, стандартное значение критерия $\chi^2_{\text{ст.}}$ существенно превышает суммарное эмпирическое $\chi^2_{\text{эмп.}}$, что свидетельствует в пользу подтверждения нуль-гипотезы о соответствии полученного расщепления генетической модели моногенного наследования розовой окраски венчика при взаимодействии доминантных аллелей A_1 , A_2 и A_3 по типу кодоминирования. Формулы возможных генотипов гибридных семян представлены в табл. 2.

Таблица 1 – Проверка соответствия фактического расщепления 8:13:8 в потомстве F_1 математической модели 6:6:4

Окраска венчика	n_f	n_t	$n_f - n_t$	$\chi^2_{\text{эмп.}}$	$\chi^2_{\text{ст.}}$
Белая	8	11	-3	0,82	5,99
Розовая	13	11	2	0,36	
Бледно-розовая	8	7	1	0,14	
Суммарное значение $\chi^2_{\text{эмп.}}$				1,32	

Примечание: n_f и n_t – фактические и теоретические значения фенотипических классов, согласно математической модели расщепления

Исходя из результатов, представленных в табл. 2, сочетание в одном генотипе семени двух доминантных аллелей A_1 и A_2 определяет розовую окраску венчика; сочетания доминантных аллелей A_1 и A_3 , а также A_2 и A_3

– бледно-розовую окраску. Белая окраска венчика сорта земляники Белруби определяется генотипом лишь с одной доминантной аллелью или гомозиготным рецессивом по всем трем аллелям.

Таблица 2 – Возможные генотипы полученных гибридных семян

Окраска венчика	Генотипы семян
Белая	$A_1A_1a_2a_2a_3a_3$, $A_1a_1a_2a_2a_3a_3^*$, $a_1a_1A_2a_2a_3a_3$, $a_1a_1a_2a_2A_3a_3$, $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$
Розовая	$A_1A_1A_2a_2A_3a_3$, $A_1A_1A_2a_2a_3a_3$, $A_1a_1A_2a_2A_3a_3^*$, $A_1a_1A_2a_2a_3a_3^*$
Бледно-розовая	$A_1A_1a_2a_2A_3a_3$, $A_1a_1a_2a_2A_3a_3^*$, $a_1a_1A_2a_2A_3a_3$

Примечание: * – данные генотипы в первом поколении F_1 выщепляются дважды

Далее нами планируется проверка предложенной гипотезы по результатам генетического анализа поколения F_2 .

Выводы. Анализ полученных семян земляники первого поколения показал изменчивость розовой окраски лепестков цветка от бледно-розовой до розовой. Интенсивность розовой окраски цветка зависит от числа и сочетания доминантных аллелей в одном генотипе.

Литература

1. Лапшин, В.И. Генетический контроль нейтрально-дневного типа плодоношения сортов и гибридных комбинаций земляники садовой / В.И. Лапшин, В.В. Яковенко // Вестник РАСХН, 2014. – № 5. – С. 15-17.
2. Global Conservation Strategy for *Fragaria* (Strawberry) // Scripta Horticulturae, 2008. – N.6. – 87 pp.
3. Батурин, С.О. Состояние и перспективы селекции розовоцветковой крупноплодной земляники (*Fragaria × ananassa* Duch.) в Западной Сибири / С.О. Батурин, Л.Л. Кузнецова // Вестник ВОГиС. – 2010. – Т. 14. – № 1. – С. 165-171.
4. Sutan, A. Studies on micropropagation efficiency in ornamental strawberry varieties (*Fragaria × Potentilla*) / A. Sutan, A. Popescu, V. Isac, G. Corneanu // Lucrari Stiintifice, Universitatea de Stiinte Agricole Si Medicina Veterinara «Ion Ionescu de la Brad» Iasi, Seria Horticultura, 2008. – № 51. – S. 747-752.

5. Sutan, A. The phenotypical and cytogenetical haracterization of some ornamental varieties of *Fragaria* with unknown origin / Anca Sutan, Aurel Popescu // Contributti Botanice. – XLI, (2). – 2006. – P. 129-134.

6. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орёл, 1995. – 503 с.

7. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. – 202 с.

8. Урбах, В.Ю. Биометрические методы / В.Ю. Урбах. – М., 1964. – 416 с.

9. Еремин, Г.В. Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур / Г.В. Еремин, А.В. Исачкин, И.В. Казаков и др. – М., 2004. – 423 с.

10. Кузнецова, Л.Л. Наследование признака «розовая окраска венчика» у крупноплодной земляники *Fragaria* × *ananassa* Duch. Автореф. дис. канд. биол. наук. – Новосибирск, 2012. – 16 с.

References

1. Lapshin, V.I. Geneticheskij kontrol' nejtral'no-dnevnoogo tipa plodonoshe-nija sortov i gibridnyh kombinacij zemljaniki sadovoj / V.I. Lapshin, V.V. Jakovenko // Vestnik RASHN, 2014. – № 5. – S. 15-17.

2. Global Conservation Strategy for *Fragaria* (Strawberry) // Scripta Horticulturae, 2008. – N.6. – 87 pp.

3. Baturin, S.O. Sostojanie i perspektivy selekcii rozovocvetkovojoj krupno-plodnoj zemljaniki (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) v Zapadnoj Sibiri / S.O. Baturin, L.L. Kuznecova // Vestnik VOGiS. – 2010. – T. 14. – № 1. – S. 165-171.

4. Sutan, A. Studies on micropropagation efficiency in ornamental strawberry varieties (*Fragaria* × *Potentilla*) / A. Sutan, A. Popescu, V. Isac, G. Corneanu // Lucrari Stiintifice, Universitatea de Stiinte Agricole Si Medicina Veterinara «Ion Ionescu de la Brad» Iasi, Seria Horticultura, 2008. – № 51. – S. 747-752.

5. Sutan, A. The phenotypical and cytogenetical haracterization of some ornamental varieties of *Fragaria* with unknown origin / Anca Sutan, Aurel Popescu // Contributti Botanice. – XLI, (2). – 2006. – P. 129-134.

6. Programma i metodika selekcii plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. – Orjol, 1995. – 503 s.

7. Programma Severo-Kavkazskogo centra po selekcii plodovyh, jagodnyh, cve-tochno-dekorativnyh kul'tur i vinograda na period do 2030 goda. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2013. – 202 s.

8. Urbah, V.Ju. Biometr icheskie metody / V.Ju. Urbah. – М., 1964. – 416 s.

9. Eremin, G.V. Obshhaja i chastnaja selekcija i sortovedenie plodovyh i jagodnyh kul'tur / G.V. Eremin, A.V. Isachkin, I.V. Kazakov i dr. – М., 2004. – 423 s.

10. Kuznecova, L.L. Nasledovanie priznaka «rozovaja okraska venchika» u krupnoplodnoj zemljaniki *Fragaria* × *ananassa* Duch. Avtoref. dis. kand. biol. nauk. – Novosibirsk, 2012. – 16 s.